

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-268554

(43) 公開日 平成7年(1995)10月17日

(51) Int.Cl.⁵

C 2 2 C 38/00
38/28

識別記号

3 0 2 Z

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平6-57794

(22) 出願日 平成6年(1994)3月28日

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社
東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72) 発明者 藤田 展弘

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式
会社技術開発本部内

(72) 発明者 竹下 哲郎

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式
会社技術開発本部内

(72) 発明者 木村 謙

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式
会社技術開発本部内

(74) 代理人 弁理士 大関 和夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 成形加工性および耐熱性の優れた自動車排気系用フェライト系ステンレス鋼板

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、自動車排気系用の材料として、熱間圧延後焼鈍を施した状態または熱間圧延ままで耐熱性および加工性を確保したフェライト系ステンレス鋼を提供するものである。

【構成】 重量%でC+N: 0.03%以下、Si: 0.05~2.0%、Mn: 0.1~2.0%、Cr: 10~25%に加えて、Ti、Nb、Moの1種以上を含み、残部Feおよび不可避不純物からなり、熱間圧延後焼鈍を施した状態または熱間圧延ままで、圧延方向に平行な板厚断面の結晶粒形状因子A (アスペクト比)、即ち板厚方向の単位長さ当たりの粒数÷圧延方向の単位長さ当たりの粒数が5以下である成形加工性および耐熱性の優れた自動車排気系用フェライト系ステンレス鋼。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 重量%で、

C+N: 0.03%以下

Si: 0.05~2.0%

Mn: 0.1~2.0%

Cr: 10~25%を含有し、さらに

Ti: 0.02~0.5%

Nb: 0.05~1.0%

の少なくとも1種を、

 $C/12+N/14 \leq Ti/48+Nb/93$

を満たす範囲で含有し、残部Feおよび不可避不純物からなる鋼を、熱間圧延後焼鈍を施した状態または熱間圧延まで、圧延方向に平行な板厚断面の結晶粒形状因子Aが5以下であることを特徴とする成形加工性および耐熱性の優れた自動車排気系用フェライト系ステンレス鋼板。

【請求項 2】 Mo: 0.1~2.0%を含有する請求項 1 記載の成形加工性および耐熱性の優れた自動車排気系用フェライト系ステンレス鋼板。

【請求項 3】 Cr: 10~20%を含有する請求項 1 または 2 記載の成形加工性および耐熱性の優れた自動車排気系用フェライト系ステンレス鋼板。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 において C+N: 0.015%以下としたことを特徴とする成形加工性および耐熱性の優れた自動車排気系用フェライト系ステンレス鋼板。

【請求項 5】 Ti: 0.1~0.3%、Nb: 0.2~0.6%の少なくとも1種を、

 $C/12+N/14 \leq Ti/48+Nb/93$

を満たす範囲で含有することを特徴とする請求項 4 記載の成形加工性および耐熱性の優れた自動車排気系用フェライト系ステンレス鋼板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、自動車排気系用等の材料として、熱間圧延後焼鈍を施した状態または熱間圧延まで成形加工性および耐熱性の優れたフェライト系ステンレス鋼板に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 自動車の高燃費化および高出力化に伴い、排気ガス温度は900℃にまで達しており、今後さらに上昇すると言われている。また、軽量化や低熱量化によって、燃費向上および排ガス浄化を達成させようとしている。このような背景から、自動車排気系材料には、耐熱性の向上や部品のコンパクト化および軽量化から成形性の向上も同時に求められている。

【0003】 従来、自動車排気系材料には、SUS409D、SUS430J1LやSUS436L等の冷間圧延材が用いられ、成形加工性向上の観点から、製造工程において熱延板焼鈍を施すことや、冷間圧延にて圧下率

を高くする等の手法が用いられている。例えば、特開平3-264652号公報では、熱延板焼鈍を施すことを条件としている。このように、加工性を改善するためには、熱延板にて焼鈍しさらに冷延圧下率を高めることが重要な条件として取り上げられている。

【0004】 しかし、熱延板焼鈍や冷延での高圧下は経済的に不利であるとともに、自動車排気系材料は薄板の中でも比較的厚物が多く、板厚にして1.0~2.0mmのものがよく使用されている。このことから考えると冷延での高圧下率はとり難いのが現状である。さらに、耐熱性、特に高温強度に関しては、TiやNbの析出物の形態が大きく影響する。したがって、熱履歴が多岐にわたることや複雑になることは析出物制御の観点からは望ましいことではない。

【0005】 一方、自動車排気系材料等は、表面光沢度や粗さ等の表面に関する特性については特に厳しく制御する必要性は少なく、疲労特性等に悪影響を及ぼさない程度の表面であれば良いと考えられる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、自動車排気系用材料として、熱間圧延後焼鈍を施した状態または熱間圧延まで成形加工性および耐熱性を確保したフェライト系ステンレス鋼を提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 前述のように、自動車排気系材料は加工性向上の観点から、製造工程上、熱延板焼鈍や比較的高圧下の冷間圧延を適用し、冷延板を作成している。しかし、熱延板焼鈍や冷延での高圧下は経済的に不利であるとともに、自動車排気系材料は薄板の中でも厚物が多いため、冷延での高圧下率はとり難い。また、析出物制御の観点からも熱履歴をなるべく単純化することが望ましい。

【0008】 さらに、自動車排気系材料等は車体下部に搭載されることから、表面光沢度、リジングおよびローピングを厳しく制御する必要はなく、特公平4-9851号公報、特公平4-9852号公報、特公平4-9853号公報記載の技術のように、耐リジング性に特に考慮する必要はない。以上の理由から、本発明では、冷延鋼板を熱延鋼板に切替えることで熱履歴を単純化し、結晶粒形状因子:A比(アスペクト比)を規定することで耐熱性および成形加工性の確保を図るものである。

【0009】 まず、成分系としては、延性やr値が特に必要な場合に固溶Cおよび固溶Nを低くすることを基本とした。さらには、TiおよびNbを単独または複合して添加し、CおよびNを固着することで加工性をさらに向上させた。ここで、TiおよびNbの添加量を、C+N量に対して過剰になるように下限を制限した。また、TiおよびNbは高温強度および耐酸化性向上にも寄与する。

【0010】また、結晶粒の形状因子としてA比（アスペクト比）を規定することで、加工性および耐熱性の向上を図った。すなわち、結晶粒形状をある範囲で等軸化することにより加工性の確保を図ると同時に、析出物の再溶解による製品板における高温強化元素の固溶量の増加を促すものである。高温強化には、NbやMoを添加することが一般的である。高温強度や耐熱疲労性を向上させる場合、NbやMoの存在状態が特に問題になる。すなわち、NbやMoを固溶させておくことが高温強化に有効であることが『材料とプロセス』VOL. 4 (1991) p. 1796等々に示されている。したがって、高温強度や耐熱疲労性の改善のためには、最終製品板の状態に固溶Nb量や固溶Mo量を確保するために、各熱処理工程でのこれら元素の析出を極力抑制させるような工程条件を設定する必要がある。このため、熱履歴は単純化した方が望ましく、製品板での固溶量確保が重要となる。

【0011】以上の理由から、本発明では、圧延方向に平行な板厚断面の結晶粒形状因子A比（アスペクト比＝板厚方向の単位長さ当たりの粒数÷圧延方向の単位長さ当たりの粒数）を5以下に規定することで、熱間圧延後焼鈍を施した状態または熱間圧延まで、成形加工性および耐熱疲労性の優れた自動車排気系用フェライト系ステンレス鋼を得るものである。

【0012】

【作用】C+N：CおよびNは成形加工性を劣化させるとともに、TiおよびNbとの親和力が強く高温強度を低下させる。また、オーステナイトフォーマーであるため、マルテンサイト生成抑制の観点からも低く抑える必要があり、C+N量の上限を0.03%とした。また、さらなる加工性の向上や固溶Nbによる高温強度向上の効果を利用する場合には、C+N量は0.015%以下が望ましい。

【0013】Si：Siは脱酸元素であり、耐酸化性を向上させるために0.05%以上の添加とした。一方、2.0%を超えるSiの添加は延性を低下させ、かつ鋼を硬化（降伏応力を増加させる）させるため、2.0%を上限とした。

Mn：Mnは脱酸元素であるため0.1%以上の添加とした。一方、Mnは耐酸化性を劣化させ、オーステナイトフォーマーでもあるため、マルテンサイト生成抑制の観点から、その上限を2.0%とした。

【0014】Cr：Crはステンレス鋼の基本性能である耐食性を確保するとともに、自動車の排気ガス温度の高温化に対応可能な耐酸化性を確保するため、すなわち少なくとも600℃における耐酸化性を確保するために10%以上添加する。一方、Cr量が25%を超えると耐食性および耐酸化性のさらなる改善効果が小さくなり、加工性も劣化するため、上限を25%とした。また、1000℃までの耐酸化性と加工性の両立を考慮す

れば10～20%で充分であり、この範囲が経済的にも望ましい。

【0015】Ti：TiはC、Nを固着し、成形加工性を向上させるために、0.02%以上で、かつ $C/12 + N/14 \leq Ti/48 + Nb/93$ を満たす範囲とした。また、Tiは熱延時に微細析出を生じることで高温強化に寄与するが、0.5%を超える添加は逆に析出物の粗大化を招いて高温強度を低下させるため、0.5%を上限とした。また、加工性の向上には0.1%以上のTi添加が望ましい。Nb：NbはTiと同様にC、Nを固着し、成形加工性を向上させるために、0.05%以上で、かつ $C/12 + N/14 \leq Ti/48 + Nb/93$ を満たす範囲とした。また、Nbは固溶強化にて高温強化に寄与するが、1.0%を超える添加は靱性を劣化させるため、1.0%を上限とした。また、Nbは加工性や高温強度向上の観点からは0.2%以上の添加が望ましく、靱性向上の観点からは0.6%以下が望ましい。

【0016】Mo：Moは高温強度や耐高温塩害性を高める元素であるが、延性や溶接性を劣化させるため、0.1～2.0%の範囲とした。また、高温強度や耐高温塩害性の観点からは、Moは0.4%以上添加することが望ましい。圧延方向に平行な板厚断面の結晶粒形状因子A：圧延方向に平行な板厚断面の結晶粒形状因子（アスペクト比：A）は、成形加工性を確保するためのパラメータである。熱延まま材では、バンド組織が残存し、特に常温引張り試験における延性が低い値となる。延性を確保するために、圧延方向に平行な板厚断面の結晶粒形状因子Aを5以下に規定した。これは、結晶粒の等軸化の程度を示すパラメータで、バンド組織が残存する割合が高いと大きな値となり、完全等軸化になったとき1の値となる。

【0017】

【実施例】表1に供試鋼の化学成分を示す。供試鋼は、真空溶解にて各50kg溶製し、熱間圧延を行い、あるいは熱間圧延後焼鈍を施し、2mmtの熱延板および熱延焼鈍板を作製した。得られた熱延板および熱延焼鈍板から各試験片を採取し、各種試験に供した。試験結果を表2に示す。加工性としては密着曲げ性で評価した。本発明鋼は熱延板焼鈍の有無に関わらずA比が5以下のものについて良好な密着曲げ加工特性を示す。また、曲げ加工可能なものについて熱疲労試験を行った。その結果、本発明鋼の熱疲労寿命は従来材であるAISI409やSUS430LXの冷延焼鈍板とほぼ同等の寿命を有しており、本発明鋼は表面粗度が従来材である冷延焼鈍板に比べ劣るおそれがあると考えられるが、この程度の表面粗度の影響は小さいと言える。

【0018】

【表1】

5
供試鋼の化学成分6
(化学成分: wt%)

記号	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ti	Nb	Mo	N	A比	焼鈍の有無
A*	0.007	0.33	0.20	0.03	0.004	10.5	0.25	—	—	0.007	1.5	有り
B*	0.007	0.33	0.20	0.03	0.004	10.5	0.25	—	—	0.007	3.0	無し
C	0.007	0.33	0.20	0.03	0.004	10.5	0.25	—	—	0.007	11.0	無し
D*	0.014	0.51	0.31	0.02	0.005	19.0	—	0.43	—	0.015	1.9	有り
E	0.014	0.51	0.31	0.02	0.005	19.0	—	0.43	—	0.015	8.0	有り
F*	0.008	0.75	0.51	0.02	0.006	14.1	0.13	0.28	0.45	0.008	1.6	有り
G*	0.008	0.75	0.51	0.02	0.006	14.1	0.13	0.28	0.45	0.008	4.5	無し
H	0.008	0.75	0.51	0.02	0.006	14.1	0.13	0.28	0.45	0.008	13.5	無し
I*	0.013	0.79	0.67	0.03	0.002	13.8	—	0.35	0.60	0.009	1.7	有り
J*	0.013	0.79	0.67	0.03	0.002	13.8	—	0.35	0.60	0.009	3.8	有り
K	0.013	0.79	0.67	0.03	0.002	13.8	—	0.35	0.60	0.009	14.0	無し
L*	0.007	0.25	0.30	0.03	0.005	18.5	0.30	0.37	1.90	0.008	2.5	有り
M*	0.007	0.25	0.30	0.03	0.005	18.5	0.30	0.37	1.90	0.008	3.5	有り
N	0.007	0.25	0.30	0.03	0.005	18.5	0.30	0.37	1.90	0.008	7.9	無し
O*	0.013	0.10	0.20	0.02	0.005	22.3	0.15	0.32	1.70	0.009	1.8	有り
P	0.013	0.10	0.20	0.02	0.005	22.3	0.15	0.32	1.70	0.009	7.0	無し
Q*	0.008	0.13	0.19	0.02	0.005	17.3	0.15	—	1.15	0.007	2.1	有り
R	0.008	0.13	0.19	0.02	0.005	17.3	0.15	—	1.15	0.007	8.0	無し

*: 本発明鋼

【0019】

【表2】

供試鋼の加工性および耐熱疲労性

記号	曲げ性	熱疲労寿命 (c y c.)
A	◎	1 0 0 5. 1 0 8 1
B	○	1 1 9 0. 1 0 0 7
C	×	
D	○	1 3 0 0. 1 2 5 1
E	×	
F	◎	1 5 4 1. 1 4 9 8
G	○	1 6 0 5. 1 4 0 7
H	×	
I	◎	1 3 4 3. 1 4 9 1
J	◎	1 2 5 7. 1 5 0 9
K	×	
L	○	1 8 0 3. 1 9 0 1
M	△	1 9 9 0. 2 0 7 1
N	×	
O	○	1 5 6 0. 1 4 0 0
P	×	
Q	○	1 2 2 5. 1 5 0 3
R	×	
AISI409	◎	1 1 4 6. 1 2 0 0
SUS430LX	◎	1 5 7 0. 1 5 0 8

【0020】注) ①曲げ性の判定基準

◎：良好、○：シワ少量発生、△：シワ発生、
×：シワ多発、マイクロ割れ有り

②熱疲労試験は2mm厚の板状試験片を用い、200℃→800℃×30秒→200℃で昇降温は60秒のサイクルとし、最大荷重の10%以下に荷重低下した時破断とした(多くの場合座屈発生時)。

【0021】

10 【発明の効果】本発明により、自動車排気系用材料として、熱間圧延後焼鈍を施した状態または熱間圧延ままで成形加工性および耐熱性を確保したフェライト系ステンレス鋼を提供することができる。

フロントページの続き

(72)発明者 山本 章夫
千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式
会社技術開発本部内

(72)発明者 大村 圭一
福岡県北九州市戸畑区飛幡町1番1号 新
日本製鐵株式会社八幡製鐵所内